

Emissiereductie door verneveling van probiotica over leefoppervlak

Literatuurstudie en metingen bij vleesvarkens

H. Ellen, K. Groenestein, A. Hol, J. Mosquera, N. Ogink en L. v.d. Pas

LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Emissiereductie door verneveling van probiotica over leefoppervlak

Literatuurstudie en metingen bij vleesvarkens

H. Ellen, K. Groenestein, A. Hol, J. Mosquera, N. Ogink, L. v.d. Pas

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Mest, Milieu & Klimaat' (projectnummer BO-20-004-021-ASG-LR)

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, augustus 2015

Livestock Research Rapport 809

Ellen, H., K. Groenestein, A. Hol, J. Mosquera, N. Ogink en L. v.d. Pas, 2015. Emissiereductie door verneveling van probiotica over leefoppervlak; *Literatuurstudie en metingen bij vleesvarkens.* Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 809. 37 blz.

In twee identieke afdelingen met vleesvarkens is het effect gemeten van het aanbrengen van probiotica (PIP) via het vernevelen er van in de afdeling. Uit de gemeten waarden blijkt er geen significant effect te zijn van het toepassen van probiotica op de emissies van ammoniak (NH_3), geur en fijnstof (PM10) en de concentratie van ammoniak.

Livestock Research Rapport 809

Inhoud

Woord vooraf

Vanuit de maatschappij worden kritische vragen gesteld over de huidige varkenshouderij. Door de ontwikkeling van de bedrijven naar grotere eenheden neemt de zorg van omwonenden voor negatieve effecten toe. De aandacht gaat hierbij naast de emissie van ammoniak ook uit naar de emissie van, voor mensen schadelijke, ziektekiemen en geur.

Vanuit de humane gezondheidszorg is er veel aandacht voor de aanwezigheid van MRSA's bij personen die werkzaam zijn op varkensbedrijven. Een ondernemer met een varkensbedrijf die hiermee werd geconfronteerd heeft ten aanzien hiervan positieve ervaringen opgedaan met het toepassen van probiotica. Ook werd door hem een positief effect ervaren ten aanzien van het stalklimaat. Dit was aanleiding om na te gaan of het toepassen van probiotica een positief effect zou hebben op de emissies van ammoniak, geur, fijnstof en (aan stof gehechte) endotoxinen. Via dit onderzoek wordt een antwoord gegeven op de vraag of dit inderdaad het geval is. We willen de leverancier van de probiotica bedanken voor de constructieve samenwerking bij dit onderzoek.

Ing. Hilko Ellen
Projectleider

Samenvatting

Naar aanleiding van positieve resultaten op een praktijkbedrijf, waarbij het inzetten van probiotica werd geassocieerd met een verminderde aanwezigheid van MRSA-bacteriën, was er ook een verwachting dat er een positief effect zou kunnen zijn ten aanzien van de emissies van ammoniak, geur en fijnstof. In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZ) is een onderzoek opgezet om een mogelijk effect op deze emissies aan te tonen.
Het onderzoek is uitgevoerd in twee identieke afdelingen met vleesvarkens van het Varkens Innovatie Centrum te Sterksel (VIC-Sterksel) gedurende twee ronden. De probiotica is daarbij aangebracht volgens de voorschriften en onder begeleiding van de leverancier. De behandeling met probiotica bestond uit het reinigen van de afdeling met ‘PIP-Animal Housing Cleaner’ (PIP-AHC) en het vernevelen van ‘PIP-Animal Housing Stabeliser’ (PIP-AHS) gedurende de aanwezigheid van dieren. Tijdens de eerste week na opleg werd iedere dag verneveld, daarna 3x per week. Na de eerste ronde zijn de referentieafdeling en de behandelde afdeling omgedraaid om een verstrengeling tussen behandelings- en afdelingseffect te voorkomen.
Tijdens beide ronden zijn metingen gedaan in de uitgaande luchtstroom van de concentraties van ammoniak (NH_3), geur en fijnstof (PM10). Ammoniak is continu gemeten met een NO_x-monitor. Voor geur en fijnstof zijn iedere ronde vier metingen van respectievelijk 2 en24 uur uitgevoerd volgens de daarvoor geldende protocollen. In het stof van de PM10-metingen is de endotoxineconcentratie bepaald. Naast deze metingen is de samenstelling van de mest bepaald en zijn waarnemingen gedaan naar de hokbevuiling. Ook de technische resultaten (groei, voederconversie en uitval) zijn vastgelegd.

Voorafgaand aan het onderzoek is een literatuurstudie uitgevoerd naar de effecten van het toepassen van probiotica op de emissies van ammoniak, geur en fijnstof. Uit deze literatuurstudie kwam naar voren dat het toepassen van probiotica mogelijk een effect kan hebben op de emissie van ammoniak via verlaging van de pH van de mest, mits voorzien van omzetbare koolstof of onder toevoeging van zuur. Hiervoor moet er wel een goede menging plaats vinden van de probiotica met de mest. Er werden geen onderzoeken gevonden met effecten op geur en fijnstof.

De resultaten van de metingen geven aan dat er geen significante effecten zijn ($P<0{,}05$) op de emissies van ammoniak, geur en fijnstof van het aanbrengen van probiotica bij vleesvarkens. Ook is er geen significant effect op de concentratie van endotoxinen in de stallucht.

Summary

Based on positive farmer experiences with the application of probiotics on a pig farm, where this application was associated with a reduced presence of MRSA-bacteria, expectations were put forward that probiotics might reduce emissions of ammonia, odour and fine dust. The Ministry of Economic Affairs commissioned Wageningen UR Livestock Research to investigate effects of the application of probiotics in pig housing on these emissions.

The research included a literature review on the effects of probiotics on emissions, and a control-case test. The test research was carried out in two identical compartments with fattening pigs of the Pig Research Centre of Livestock Research (VIC-Sterksel), during two fattening rounds. The probiotics were applied in accordance with the procedures described by the supplier, and under supervision of the supplier. One compartment was treated with probiotics, whereas the other compartment acted as reference. The treatment consisted of cleaning the empty compartment at the start of the fattening round with 'PIP-Animal Housing Cleaner' (PIP-AHC) and of spraying the floors with 'PIP-Animal Housing Stabiliser' (PIP-AHS) during the fattening round. PIP-AHS was daily applied during the first week, and thereafter three times a week. After the first fattening round, the treatments were interchanged between both compartments. During both fattening rounds concentrations of ammonia (NH_3), odour and fine dust (PM10) were measured in the ventilated air of each compartment, using measurement methods that comply with current standards for emission factors in the Netherlands. Ammonia was monitored continuously by a NOx-analyser. Odour and PM10 were sampled over 2 and 24 hours at 4 measurement days in each round, evenly distributed over the fattening period. In collected PM10-samples endotoxin levels were measured. Manure composition was determined and pen fouling scored at regular intervals. Technical performance were recorded (growth rate, feed conversion, mortality).

From the literature review it was concluded that application of probiotics might reduce emissions of ammonia as a result of decreased pH in manure, on the condition that decreased pH levels are maintained by the provision of an adequate carbon source for microbial metabolism or the supplementing acid. This requires sufficient mixing of manure and probiotics in the manure. No effects of probiotics on odour and PM10 are known from literature.

The measurement results from the control-case test showed that the probiotic treatment did not significantly ($P<0,05$) reduce emissions of ammonia, odour and PM10, and did not reduce the concentration of endotoxins in the compartment air.

1 Inleiding

Op diverse bedrijven in de varkens- en pluimveehouderij worden probiotica ingezet. In eerste instantie zijn deze gericht op het tegengaan van dierziekten, maar ook op het tegengaan van besmettingen van mensen door o.a. MRSA. Een varkenshouder die hiermee werd geconfronteerd geeft aan vrij te zijn van dit probleem door de inzet van probiotica. Tevens claimt hij een verlaging van de emissies van ammoniak, geur, fijnstof (PM10) en endotoxinen door het gebruik van de probiotica op zijn bedrijf. Beide effecten zijn tot nu toe niet wetenschappelijk getoetst. Vanuit zowel de sector als het beleid zijn hierover vragen gesteld. De doelstelling van het hier gerapporteerde onderzoek richtte zich daarom op het op een betrouwbare wijze geven van een indicatie of het gebruik van probiotica (in de vorm van PIP (Probiotica in Progress)) kan leiden tot een verlaging van de emissies van ammoniak, geur, fijnstof en de stalconcentraties van endotoxinen. Het onderzoek richtte zich niet op een mogelijk effect van probiotica ten aanzien van het voorkomen van zoönosen veroorzaakt door MRSA-bacteriën.

Het project bestond uit twee delen:
1) een literatuurstudie naar de effecten op de emissies door probiotica,
2) metingen op Varkens Innovatie Centrum te Sterksel (VIC-Sterksel) aan identieke afdelingen met vleesvarkens met en zonder toediening van probiotica.

De resultaten van de literatuurstudie staan in hoofdstuk 2, de opzet van de metingen en de resultaten in de daaropvolgende hoofdstukken. Hoofdstuk 5 geeft een discussie op basis van beide onderdelen.

2 Literatuurstudie

In dit onderzoek wordt gekeken naar effecten van het toevoegen van probiotica in de stal op de emissies van ammoniak, geur en fijnstof en de concentratie van endotoxinen. Holzapfel en Schillinger (2002) beschrijven dat consensus is over de definitie van probiotica als zijnde levensvatbare micro-organismen die de balans optimaliseren of ondersteunen van de autochtone microbiële populatie van het darmstelsel. Het toevoegen van probiotica gebeurt in onderhavig onderzoek door het vernevelen over het leefoppervlak van de varkens. Het effect van de probiotica moet worden veroorzaakt doordat het via de verneveling in contact komt met mest op en onder de roosters.
De meeste literatuur over probiotica heeft betrekking op de humane gezondheidszorg. In de veehouderij wordt probiotica vooral onderzocht als additief aan het voer. Philippe et al. (2011) beschrijven in een review hierover dat het probiotica als voeradditief mogelijk een reducerend effect kan hebben op de ammoniakemissies uit mest via drie werkingsmechanismen: verbeterde verteerbaarheid, verlaagde pH van de mest en verminderde ureasevorming in de darmen. De onderzoekers constateren echter dat de ammoniakemissie-reducerende claim nader onderzoek behoeft omdat resultaten niet unaniem zijn.
In onderhavig onderzoek gaat het echter niet om het toevoegen van probiotica aan het voer, maar wordt het via verneveling in contact gebracht met de mest. Er is weinig literatuur die effecten beschrijft van het toevoegen van probiotica aan mest. In navolgende paragrafen staat het resultaat van een zoektocht in wetenschappelijke literatuur naar de effecten van het toevoegen van microbiële culturen aan mest.

2.1 Laboratoriumonderzoek

Er zijn laboratoriumonderzoeken uitgevoerd die microbiële organismen aan de mest toevoegen om te onderzoeken of dit effect heeft op de enterobacteriecultuur (El Jalil et al., 2001) of op de geuremissie (Yan et al., 2013). El Jalil et al. (2001) beschrijven een laboratoriumtest over het toevoegen van bacterieculturen aan kippenmest om deze cultuur zodanig te veranderen dat de mest veilig als voer weer aan het dier kon worden toegediend. Gasvormige N-emissies konden in deze studie voorkomen worden. De belangrijkste factor was de pH daling tot 4, omdat H_2SO_4 aan de mest was toegevoegd. Bovendien werd om de bacteriegroei te stimuleren 10% molasse toegevoegd en een incubatietemperatuur van 30^0C gehanteerd.
Yan et al. (2013) hebben eveneens onder laboratoriumomstandigheden proeven gedaan met het toevoegen van 5% (v/m) gistculturen aan mest. Hun belangrijkste doel was om geuremissies te voorkomen. Na goed mengen en een incubatie bij 30^0C onder anaerobe omstandigheden vonden zij significante reducties van gasvormige emissies waaronder NH_3 en geurcomponenten, gepaard gaande met een pH daling.
Van Vliet et al. (2006) en Van der Stelt et al. (2007) testten op laboratoriumschaal het effect van toevoegen van EM (Effectieve Micro-organismen) aan de mest op de minerale N, organisch gebonden N en ammoniakemissie. EM is een mix van vele micro-organismen, maar het merendeel blijkt te bestaan uit melkzuurbacteriën en gist. Van der Stelt et al (2007) vonden bij temperaturen > 4°C geen effect van EM-toevoeging op de ammoniakemissie uit de mest. Dit komt overeen met bevindingen van van Vliet et al. (2006) die na toediening van EM geen toename vonden van organisch gebonden N en geen afname van de pH zoals Yan et al (2013) en El Jalil (2001) meldden. De resultaten van Van Vliet et al. (2006) lieten zelfs een toename van de pH van 7 naar 7,5 zien.

2.2 Praktijkonderzoek

Op praktijkschaal zijn ook eerder experimenten uitgevoerd met het toevoegen van bacterieculturen aan de mest. Groenestein en van Faassen (1996) beschrijven twee systemen waarbij Envistim en Bactostim aan de mest werden toegevoegd. De precieze samenstellingen van deze producten werd

niet vrijgegeven, dus het kan zijn dat het prebiotica waren. Die zijn niet microbieel van aard maar dienen ter bevordering van gewenste microbiële activiteit. De werking van het product was hier niet gericht op het verminderen van de emissies door het verzuren van de mest, maar het stimuleren of toevoegen van nitrificerende en denitrificerende bacteriën waardoor NH_4^+ niet zou worden omgezet in NH_3, maar via NO_3^- in N_2. N_2 is inert en heeft geen negatieve effecten op het milieu. Ook hier moest omzetbare koolstof worden toegevoegd als energievoorziening voor de bacteriën, nu niet als zetmeel, maar in de vorm van zaagsel. De gewenste processen kwamen inderdaad op gang, maar ook ongewenste bijproducten als N_2O en NO kwamen vrij uit het bed van mest en zaagsel. De aerobe microbiële activiteit resulteerde ook in een opwarming van het bed tot lokaal wel 60°C. Groenestein (2006) haalde verschillende publicaties aan die dit verschijnsel bevestigen. Echter het toevoegen van een probiotica bleek niet nodig om dit proces op gang te brengen. Fermenteerbare C en zuurstof zijn genoeg.
Hendriks en Vrielink (1996) hebben onderzocht hoe het toevoegen van melkzuurbacteriën aan vleesvarkensmest in de stal de ammoniakemissie kon reduceren. De ammoniakemissiereductie kon gerealiseerd worden omdat de melkzuurbacteriën de pH van de mest op een laag niveau (rondom 6,0) konden houden. Hiervoor moesten wel fermenteerbare koolhydraten aan de mest worden toegevoegd om de bacteriën te voeden. Dit was destijds financieel een bottleneck voor het systeem omdat hiervoor per week per dier 1,6 kg tarwe aan de mest moest worden toegevoegd. Meer recent hebben Bussink et al. (2013) gekeken naar het perspectief van biologisch aanzuren van rundveemest. Al dan niet met probiotica geënt, werkt het vergelijkbaar met wat het onderzoek van Hendriks en Vrielink (1996) aangeeft en moet een makkelijk afbreekbare C-bron, dan wel een zuur blijven worden toegevoegd om de pH laag te houden.

2.3 Conclusie

Bovenstaande toont aan dat volgens de beschikbare literatuur het toevoegen van probiotica (of prebiotica) alleen kan leiden tot reducties van emissies van ammoniak en geur als er aanvullende condities zijn. Het werkingsprincipe betreft namelijk verzuring en dit proces moet op gang gehouden worden door continue aanvoer van omzetbare koolstof en/of zuur. Het effect van gist is onder praktijkomstandigheden nog niet getest. Bij zowel bacteriën als bij gist gaat men uit van goede menging van de substantie met het substraat. Onderzocht dient te worden of vernevelen dit bewerkstelligt. Omtrent de effecten op fijnstof en endotoxinen zijn geen studies gevonden.

3 Materiaal en methode metingen

In de hierna volgende paragrafen en in de bijlagen wordt een beschrijving gegeven van de stal en de bedrijfssituatie (3.1; Bijlage 1 en 2), van de metingen (3.2; Bijlage 3) en van de wijze van verwerking van de gegevens (3.3).

3.1 Stal- en bedrijfssituatie

3.1.1 Huisvesting en bedrijfsvoering

De metingen zijn uitgevoerd in twee afdelingen van Varkens Innovatie Centrum (VIC) Sterksel. De hokken in beide afdelingen zijn 2,5 m breed en 5,0 m diep. De vloer bestaat vanaf de controlegang gezien uit een betonrooster boven waterkanaal (1,3 m), een bolle dichte vloer (2,2 m) en een metalen driekantrooster (1,5 m) (zie ook foto's in bijlage 1). De afdelingen worden mechanisch geventileerd. De verse ventilatielucht wordt aangevoerd onder de bolle vloer en komt vervolgens via de controlegang in de hokken. Het licht was aan van 7:30 tot 16:30 uur, 's nachts was er nachtverlichting aan. De mestkelders in de afdelingen werden voor aanvang van de proef volledig leeggemaakt en schoongespoeld. Er werd voor gezorgd dat er (vrijwel) geen water achterbleef in de mestkelders.

Tabel 1
Belangrijkste kenmerken van het onderzochte afdelingen

Kenmerk	Waarde/omschrijving
Aantal dierplaatsen	144
Aantal hokken	12
Aantal dieren per hok	12
Leefruimte [m^2 per dier]	1,0
Dichte vloer (beton)	40%
Roostervloer (beton + metalen driekant)	60%
Mestkelder	
Uitvoering	Alleen onder metalen roostervloer, diepte 0,8 m, voorzien van schuine putwand (IC-V-systeem).
Mestaflaat regiem	Mestaflaat elke drie weken na iedere meting.
Ventilatie	Centrale afzuiging
Aantal kokers	2 per afdeling
Diameter koker	50 cm
Maximaal ventilatiedebiet	60 m^3/dier/uur
Minimaal ventilatiedebiet	5 m^3/dier/uur
Luchtinlaat	Luchtaanvoer via kanaal onder bolle vloer naar ruimte onder controle gang met daarop rooster.
Voer	
Voersysteem	Droogvoerbak
Watervoorziening	Drinkbak per hok

3.1.2 Samenstelling en werkingsprincipe

Er zijn twee vormen van probiotica toegepast in het onderzoek:
- Animal House Cleaner (AHC); dit product bestaat uit detergenten en bacteriën en is gebruikt bij de reiniging van de afdelingen;
- Animal Housing Stabeliser (AHS); dit bestaat uit water met bacteriën en is aangebracht tijdens de aanwezigheid van de dieren.

Volgens de leverancier van beide middelen berust het werkingsprincipe op het veranderen van de microflora. Hierdoor wordt de groei van bacteriën die verantwoordelijk zijn voor de vorming van ammoniak en geur afgeremd. Het verlagen van de fijnstof concentratie is het gevolg van het vernevelen van de vloeistof.

3.1.3 Aanbrengen probiotica

Het aanbrengen van de probiotica, zowel het reinigingsmiddel als behandeling tijdens aanwezigheid van de dieren, zijn conform voorschriften leverancier uitgevoerd (zie ook bijlage 2):

- Reinigen met Animal Housing Cleaner (AHC);
  - Afdeling leeg, mest uithalen en met water inweken;
  - Afdeling inschuimen met PIP AHC: 1 ltr handwarm water met 1 ltr AHC op 50 m^2;
  - Inschuimen met schuimlans tot hoogte van 1,2 m op vloer en omwandingen van hokken;
  - Schuim 10-15 minuten laten inweken en daarna afdeling schoonspuiten;
  - De afdeling met de blanco controle ook 'inschuimen', maar dan met dezelfde hoeveelheid alleen water (dus totaal 2 ltr water op 50 m^2). Eerst deze afdeling 'behandelen' en daarna de afdelingmet AHC.
- Vernevelen Animal Housing Stabeliser (AHS);
  - Altijd de hele afdeling behandelen met PIP AHS;
  - Dosering; 1ltr AHS met 0,2 ltr water (mag koud). Is voldoende voor in totaal twee keer sprayen (bij een afdelingsoppervlak van 150 m^2);
  - De eerste week 1x per dag (op vast tijdstip; ± 8 uur);
  - Na eerste week 3x per week (maandag, woensdag, vrijdag, op vast tijdstip; ± 8 uur);
  - In de afdeling met de blanco controle dezelfde hoeveelheden sprayen, maar dan alleen water;
  - Sprayen op stand 1 (van de toegapaste accurugspuit). In hok 3, 4, 9 en 10 in het hok stappen en vandaaruit 3 hokken sprayen.

Voor de opstart van ronde 2 is de afdeling waar tijdens de eerste ronde probiotica is aangebracht, twee keer ontsmet met MEGADES. Dit om zeker te zijn dat geen resten van probiotica meer aanwezig waren.
Voor het sprayen van de AHS is gebruik gemaakt van twee identieke accurugspuiten: Solo Accupower 416. Hierbij is met een spuit dezelfde hoeveelheid water aangebracht als met de andere de probiotica.



Figuur 1 *Aanbrengen probiotica met behulp van accurugspuit*

3.2 Waarnemingen en metingen

3.2.1 Meetstrategie

De metingen zijn in de periode december 2013 – augustus 2014 uitgevoerd. De metingen voor ammoniak (NH_3), geur en fijn stof (PM10) zijn uitgevoerd volgens de protocollen zoals beschreven in respectievelijk Ogink e.a. (2013), Ogink (2011), en Ogink e.a. (2011). Daarnaast moet de meetlocatie aan een aantal landbouwkundige randvoorwaarden voldoen (Ogink e.a., 2013). Voor de uitvoering van de metingen is gebruikt gemaakt van de zogenaamde "case-control" benadering . Hiervoor werd de emissie gemeten in twee afdelingen met gelijktijdige opgelegde varkens, waarbij in één afdeling geen behandeling werd toegepast (referentie), en in de andere afdeling de probiotica werd toegediend. In onderhavig onderzoek werd viermaal verdeeld over één vleesvarkensronde een meting van een minimum duur van 24 uur uitgevoerd. Aansluitend werd nogmaals viermaal verdeeld over een tweede productieronde gemeten, in dezelfde afdelingen maar met de behandelingen (referentie vs behandeling probiotica) omgedraaid.

Een emissiemeting bestond uit het meten van de concentratie van NH_3, geur en PM10 in de uitgaande stallucht (zie hoofdstuk 3.2.2 t/m 3.2.4) en het meten van het ventilatiedebiet (hoofdstuk 3.2.6). Voor zowel NH_3 als PM10 werd een vaste waarde (0,13 ppm oftewel 0,09 mg m^{-3} voor NH_3; 26 μg m^{-3} voor PM10) voor de ingaande (schone lucht) aangenomen, gebaseerd op metingen van eerdere onderzoeken (Mosquera, 2014). Daarnaast werd de concentratie endotoxinen (hoofdstuk 3.2.5) bepaald.

3.2.2 Ammoniakconcentratie

De NH_3-concentratie in de stal (uitgaande lucht) werd (semi-)continu gemeten met behulp van een NO_x-monitor (Advanced Pollution Instrumentation Inc., model 200A). Deze methode is door Scholtens beschreven (zie Mosquera et.al, 2002) en een korte omschrijving is in Bijlage 3 opgenomen. Om NH_3 met de NO_x-monitor te kunnen meten moet het eerst door een convertor omgezet worden tot NO. Het gevormde stabiele NO werd met een pomp door polyethyleen slangen naar de monitor gezogen en gemeten. Om condensvorming te voorkomen werd verwarmingslint langs de monsternameleiding aangebracht. Bij het gebruikte meetprincipe is het signaal van de monitor lineair met de ammoniakconcentratie. De gemiddelde omzettingspercentages van de convertors was 92%. Missende waarnemingen in de datareeks zijn ontstaan doordat het apparaat niet altijd beschikbaar was, of door storing aan het meetsysteem.
Ter controle zijn tijdens de 8 meetperioden indicatieve metingen uitgevoerd voor bepaling van de NH_3 en CO_2 concentratie in de afdeling.

3.2.3 Geurconcentratie

Geurconcentraties werden alleen in de uitgaande stallucht bepaald (geur wordt niet voor achtergrondconcentraties gecorrigeerd). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde longmethode (Ogink en Mol, 2002). Stallucht werd tussen 10:00 en 12:00 uur uit een meetpunt in de stal aangezogen en verzameld in een 40 liter Nalofaan monsterzak. Het monster werd direct na bemonstering naar een geurlaboratorium vervoerd om binnen 30 uur te worden geanalyseerd. Deze methode geeft een gemiddelde geurconcentratie over de 2-uurs meetperiode. In Bijlage 3 wordt het meetprincipe en de praktische uitvoering van deze methode weergegeven.

3.2.4 Stofconcentratie

Voor de bepaling van de fijn stof concentraties PM10 (dit zijn deeltjes kleiner dan 10 µm) is de gravimetrische meetmethode toegepast. Met deze methode wordt een gemiddelde concentratie over de 24-uurs meetperiode bepaald. In deze methode wordt stof op filters opgevangen. De filters werden vóór en na de metingen onder geconditioneerde omstandigheden gewogen (Zhao e.a., 2009). Deze methode geeft geen inzicht in het verloop van de fijn stof concentraties tijdens de metingen. Om hier toch inzicht in te krijgen werd regelmatig gebruikt gemaakt van een optische methode (DustTrak TM Aerosol Monitor, model 8520, TSI Incorporated, Shoreview, USA), waardoor PM10 semi-continue

gemeten kan worden. In Bijlage 3 is een beschrijving en praktische uitvoering van deze methodes gegeven.

3.2.5 Endotoxine

Voor het bepalen van de endotoxineconcentraties zijn de filters gebruikt waarmee ook de PM10 concentratie in de afdelingen is gemeten. Bij elke meting is in de afdeling voor de bepaling tevens een PM10-meetkop opgehangen met een filter, maar is geen lucht door de meetkop gezogen. Deze 'behandeling' kan worden gezien als een 'veldblanco'. Om het effect van het totale meetproces te bepalen is tevens een 'labblanco' genomen: een filter heeft wel de weegprocedures doorlopen in het laboratorium, maar is daarna direct opgeslagen in een vriezer bij -19 ^{0}C. De andere filters zijn na het terugwegen in het laboratorium ook opgeslagen in een vriezer bij -19 ^{0}C. De endotoxinegehaltes zijn op alle filters in één batch bepaald door het IRAS volgens de daarvoor geldende methode (zie bijlage 3).
Om een zuivere bepaling te krijgen zijn de PM10-meetkoppen voordat de filters werden geplaatst, grondig gereinigd en ontsmet met alcohol en in schone plastic zakken vervoerd (heen en terug) naar de meetlocatie.

3.2.6 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

De temperatuur werd gemeten met de sensoren van de klimaatregelaars van de afdelingen. Daarnaast zijn elektronische loggers (merk Lascar, type: EL-USB-2+) ingezet voor het continu registreren van de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV). De nauwkeurigheid van deze loggers bedraagt +/- 0,3 °C voor een temperatuurbereik van -35 °C - +80 °C (temperatuur wordt weer gegeven in halve graden) en 2% RV voor een bereik van 0% - 100%.

3.2.7 Ventilatiedebiet

Het ventilatiedebiet (m^3/uur) werd bepaald met behulp van meetventilatoren die geplaats zijn in de kokers in beide afdelingen. In de afdelingen waar werd gemeten waren (per afdeling) twee ventilatiekokers aanwezig. De hoeveelheid ventilatie werd door middel van een klepstand geregeld, die werd aangestuurd door de klimaatcomputer. De klimaatcomputer maakt gebruik van de staltemperatuur, de ventilatiecurve die in de computer staat ingesteld en het terug gemelde toerental van de meetventilator. De klimaatcomputer van VIC Sterksel registreert het aantal omwentelingen per minuut van de meetventilator. Door middel van een kalibratielijn zijn deze omwentelingen per minuut omgerekend tot een ventilatiedebiet.

3.2.8 Overige waarnemingen

Productiegegevens
Gedurende de productieronden werden de volgende gegevens geregistreerd:
- Aantal dieren in de afdeling (opleg, uitval en aflevering)
- Start en eindgewicht dieren
- Hoeveelheid voer en samenstelling voer
- Medicijngebruik

Mestsamenstelling
Elke drie weken werd bij het aflaten van de mest per afdeling één representatief mestmonster genomen van elk van beide mestkanalen. Het monster werd genomen in een verzamelput. De monsters werden opgeslagen bij 4°C tot de uitvoering van de analyse. De monsters werden geanalyseerd op gehalten aan ds, as, Ntot en ammonium-stikstof (NH_4-N).

Hokbevuiling
Omdat hokbevuiling effect kan hebben op het ammoniakconcentratie in de afdeling, werd iedere week op hokniveau een score gegeven voor de bevuiling van de dichte vloer (tijdens de eerste meetronde is halverwege de ronde gestart met deze waarnemingen). Hierbij werd een schatting gemaakt van het

aandeel van de dichte vloer dat bevuild was met urine en feces. In bijlage 3 staat het hiervoor gebruikte scoreformulier met toelichting.

3.3 Dataverwerking en berekeningswijze

3.3.1 Berekenen emissiewaarden

Per behandeling (k=referentie of probiotica voor de gebruikte afdelingen) werden per meetdag de emissies (E_{ik}) van NH_3 en fijn stof (PM10) bepaald op basis van het gemiddeld ventilatiedebiet over de gehele meetperiode (24-uursgemiddelde; V_{ik}) en de gemiddelde concentratie (24-uursgemiddelde) in de uitgaande lucht (C_uit_{ik}) en in de ingaande lucht (C_in_{ik}) van NH_3 en fijn stof (PM10):

$$E_{ik} = V_{ik} \times (C_uit_{ik} - C_in_{ik})$$

Per afdeling (k=referentie of probiotica) werden per meetdag de emissies (E_{ik}) van geur bepaald op basis van het gemiddeld ventilatiedebiet over de gehele meetperiode (24-uursgemiddelde; V_{ik}) en de gemiddelde concentratie (2-uursgemiddelde) in de uitgaande lucht (C_uit_{ik}) van geur:

$$E_{ik} = V_{ik} \times C_uit_{ik}$$

De emissie per behandeling (E_k) van NH_3, geur en fijn stof (PM10) op jaarbasis per dierplaats werd vervolgens bepaald door de gemiddelde emissies per dag te delen door het aantal dierplaatsen, vervolgens te vermenigvuldigen met 365 dagen en dan het gemiddelde van de waarden van alle meetdagen te bepalen. Voor geur werd de mediane emissie bepaald door het gemiddelde op log-schaal terug te transformeren naar normale schaal. Voor vleesvarkens wordt een leegstand van 3% verrekend (Groenestein en Aarnink, 2008).

$$E_k = \frac{\overline{E_{ik}} * 365}{dierplaatsen_k} * \mathrm{leegstand}$$

Tenslotte werd de emissiereductie (E_r) bepaald als het relatieve verschil tussen de berekende jaaremissie van de metingen bij de referentie ($E_{referentie}$) en de behandeling ($E_{probiotica}$) afdelingen:

$$E_r = 100 * \left(1 - \frac{E_{probiotica}}{E_{referentie}}\right)$$

In deze rekenregels zijn voor NH_3 en fijn stof (PM10) de volgende eenheden gebruikt:

- concentraties in de in- en uitgaande lucht; g/m^3
- ventilatiedebiet per dag; m^3/dag
- emissies per dag; g/dag
- emissies op jaarbasis per dierplaats; kg/jaar per dierplaats voor NH_3; g/jaar per dierplaats voor PM10

In deze rekenregels zijn voor geur de volgende eenheden gebruikt:

- concentraties in de uitgaande lucht; OU_E/m^3
- ventilatiedebiet per seconde; m^3/s. Het ventilatiedebiet per dag (V_i; m^3/dag) wordt omgerekend naar m^3/s door het te vermenigvuldigen met "1/(24*60*60) dag/s"
- emissies per seconde; OU_E/s
- emissies op jaarbasis per dierplaats; OUE/s per dierplaats

Voor endotoxinen is alleen de concentratie in de uitgaande luchtstroom vastgesteld en is geen emissiewaarde berekend.

3.3.2 Statistische toetsing

De verkregen emissieresultaten van geur en PM10 (fijn stof) en de endotoxine-concentraties zijn statistisch geanalyseerd. Het behandelingseffect van probiotica is onderzocht door de volgende nulhypothese (H0) te toetsen tegen het alternatief (Ha):

- H0: het toepassen van probiotica in een varkensafdeling levert geen verlaging van emissie/concentratie op t.o.v. het niet toepassen van probiotica;
- Ha: het toepassen van probiotica in een varkensafdeling levert verlaging van emissie/concentratie op t.o.v. het niet toepassen van probiotica.

Er werd een eenzijdige toetsing gebruikt omdat de verwachting was dat probiotica-behandeling zou leiden tot een verlaging van emissies. Er werd gebruikt gemaakt van een gepaarde t-toets. Omdat de variaties niet normaal verdeeld zijn werden de analyses uitgevoerd op de log-getransformeerde emissies en concentraties. Verschillen tussen behandeling en referentie werden significant beschouwd bij $P<0{,}05$, d.w.z. wanneer de bij de nulhypothese behorende kans kleiner was dan 0,05.

4 Resultaten

4.1 Meetomstandigheden

4.1.1 Temperatuur en RV

In tabel 2 is weergegeven op welke dag in de ronde de metingen zijn uitgevoerd. Van elke meetdag is de gemiddelde buitentemperatuur, de gemiddelde afdelingstemperatuur en de gemiddelde RV gegeven. Bij deze laatste twee apart voor de referentieafdeling en de afdeling behandeld met probiotica. De buitentemperatuur is afkomstig van de data uit de klimaatcomputers van de afdelingen. De waarden voor temperatuur en RV in de afdelingen zijn gemeten met loggers (zie par. 3.2.6).

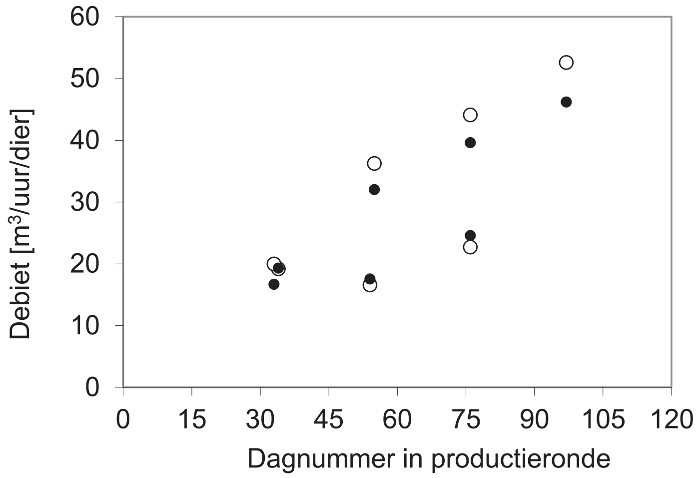
Tabel 2
Buitentemperatuur en temperatuur en RV van de afdelingen op de verschillende meetdagen

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		8-1-2014	28-1-2014	19-2-2014	12-3-2014	13-5-2014	4-6-2014	25-6-2014	16-7-2014
Dag in ronde		35	55	77	98	34	56	77	98
Buitentemperatuur [^{0}C]		10,4	3,5	8,3	n.b.	9,9	13,9	16,4	21,7
Referentie	Temperatuur [^{0}C]	24,1	23,1	23,6	23,3	24,7	25,6	26,7	28,2
	RV [%]	60,5	51,1	54,3	52,3	53,4	61,8	48,6	57,7
Probiotica	Temperatuur [^{0}C]	24,1	23,4	23,8	24,0	24,8	25,9	26,2	28,4
	RV [%]	55,5	55,6	59,5	54,2	59,3	58,1	51,0	61,8

n.b.: door storing data niet beschikbaar

4.1.2 Ventilatiedebiet

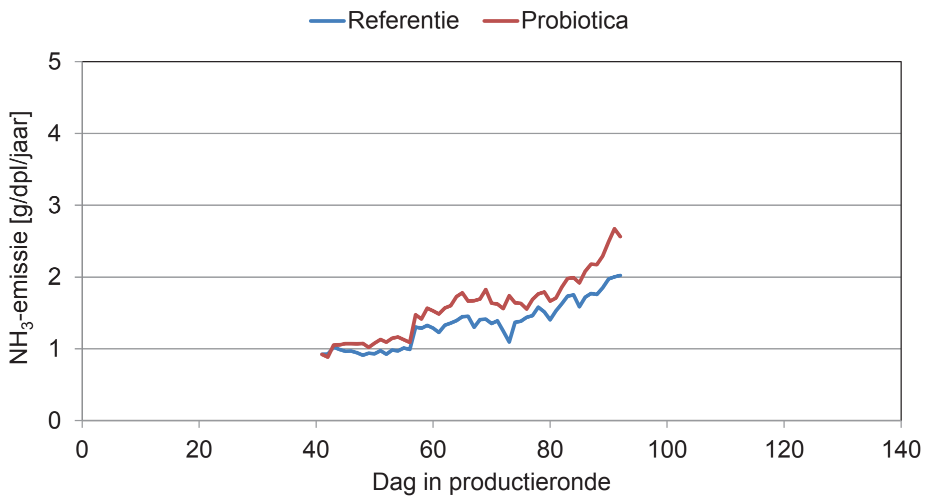
Gemiddeld over alle meetdagen waar ammoniak werd gemeten was het ventilatiedebiet 30,4 ± 12,9 m^3/uur per dier voor de referentieafdeling en 28,5 ± 10,9 m^3/uur per dier voor de afdeling waar probiotica werd toegediend.
Door een technische storing waren de ventilatiedebieten op de vierde meetdag van de eerste ronde niet beschikbaar. Gezien de grote mate van overeenkomst van de debietwaarden op de andere meetdagen is voor deze meetdag voor beide afdelingen een waarde geschat. Deze waarde is meegenomen in de verdere berekeningen. De waarden over de meetperiode voor geur en PM10 op de verschillende meetdagen, staan in de tabellen in de hierna volgende paragrafen. In Figuur 2 zijn de gemeten waarden voor de 24 uur meetperiode grafisch weergegeven, zonder de ingeschatte waarden voor meting vier.
Voor de meetdagen waar PM10 en endotoxinen werd gemeten (24 uur meting) was het gemiddelde ventilatiedebiet (over de 24 uur) 30,2 ± 14,1 m^3/uur per dier voor de referentieafdeling, en 28,0 ± 11,6 m^3/uur per dier voor de afdeling waar probiotica werd toegediend.



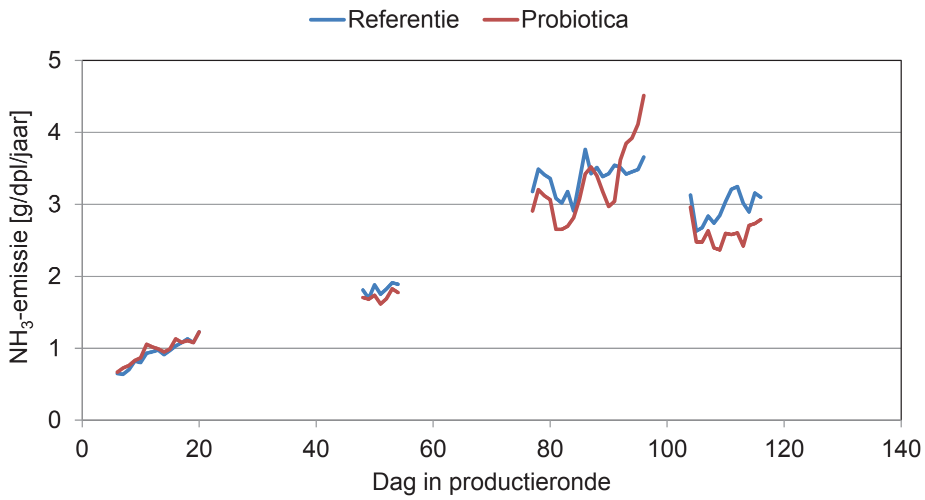
Figuur 2 *Gemiddelde ventilatiedebiet op alle verschillende meetdagen voor geur en PM10. Open symbolen: referentie; Dichte symbolen: behandeling met probiotica*

4.2 Ammoniak

In Figuur 3 worden de ammoniakemissies tijdens de verschillende meetperioden weergegeven. Op basis van alle gegevens werd een ammoniakemissie (± standaarddeviatie tussen metingen; gecorrigeerd door een leegstand van 3%) berekend van 1,89 ± 0,95 kg/jaar per dierplaats voor de referentieafdeling en van 1,95 ± 0,86 kg/jaar per dierplaats voor de proefafdeling (probiotica). Dit betekent een toename van ammoniakemissie uit de afdeling behandeld met probiotica van 6,8 ± 14,2% ten opzichte van de referentieafdeling.
Tijdens de eerste ronde was de berekende ammoniakemissie (± standaarddeviatie tussen metingen; gecorrigeerd door een leegstand van 3%) in de referentieafdeling 1,34 ± 0,32 kg/jaar per dierplaats en voor de afdeling behandeld met probiotica 1,58 ± 0,43 kg/jaar per dierplaats. Tijdens de tweede ronde waren de berekende emissie van ammoniak respectievelijk 2,41 ± 1,05 kg/jaar per dierplaats en 2,29 ± 0,86 kg/jaar per dierplaats.
Omdat uit de metingen blijkt dat in de afdelingen met probiotica de concentraties van ammoniak hoger zijn, is een statistische toetsing op het optreden van een reducerend effect volgens paragraaf 3.3.2 niet zinvol.



(A)

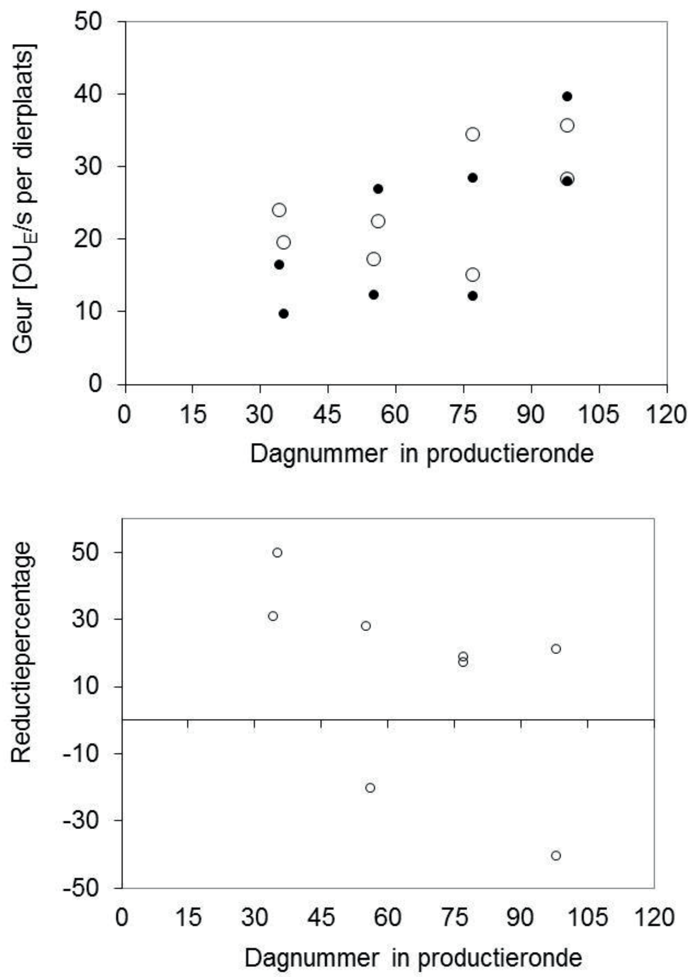


(B)

Figuur 3 *Gemiddelde ammoniakemissies op alle verschillende meetdagen voor ronde 1 (A) en 2 (B).*

4.3 Geur

Op basis van alle beschikbare gegevens werd een geuremissie (± standaarddeviatie tussen metingen) berekend van 24,1 ± 8,1 OU_E/s per dierplaats voor de referentieafdeling, en van 19,2 ± 8,3 OU_E/s per dierplaats voor de proefafdeling (probiotica). Het gemiddelde reductiepercentage van het toepassen van probiotica was 21,0 ± 21,1%.
Voor de statistische toetsing is voor beide afdelingen afzonderlijk de ontbrekende debietwaarde bij meting 4 een waarde geschat op basis van het gemiddeld debiet op de overige meetdagen. Uit de statistische toetsing blijkt dat er geen significant effect ($P<0,05$) is ten aanzien van de emissie van geur (zie bijlage 4). Bij toetsing tegen $P<0,10$ is er wel sprake van een effect, die bij dit toetsingscriterium als zwak significant kan worden aangemerkt.
In Figuur 4 en Tabel 3 worden de geuremissies en reductiepercentages op de verschillende meetdagen weergegeven, inclusief de ingeschatte waarden voor debiet bij meting vier.



Figuur 4 *Gemiddelde geuremissies (A) en –reductiepercentages (B) op alle verschillende meetdagen. Open symbolen: referentie; Dichte symbolen: behandeling met probiotica.*

Tabel 3
Debiet over de meetperiode, geurconcentraties, -emissies en reductiepercentage op de verschillende meetdagen

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		8-1-2014	28-1-2014	19-2-2014	12-3-2014	13-5-2014	4-6-2014	25-6-2014	16-7-2014
Dag in ronde		35	55	77	98	34	56	77	98
Referentie	Debiet [m^3/dier/uur]	18,3	18,4	23,2	*30,8*[1]	22,3	35,0	40,6	58,1
	Geur [OU_E/m^3]	3851	3391	2346	3310	3866	2312	3054	2209
	Geur [OUE/dpl/s]	19,6	17,3	15,1	*28,3*[2]	24,0	22,5	34,4	35,7
Probiotica	Debiet [m^3/dier/uur]	18,9	16,6	23,4	*27,9*[1]	18,2	32,2	36,3	49,7
	Geur [OU_E/m^3]	1869	2694	1878	5131	3274	3013	2825	2031
	Geur [OUE/dpl/s]	9,8	12,4	12,2	*39,8*[2]	16,5	26,9	28,5	28,1
	Geur-reductie (%)	49,8	28,2	19,1	*-40,4*[2]	31,1	-20,0	17,4	21,3

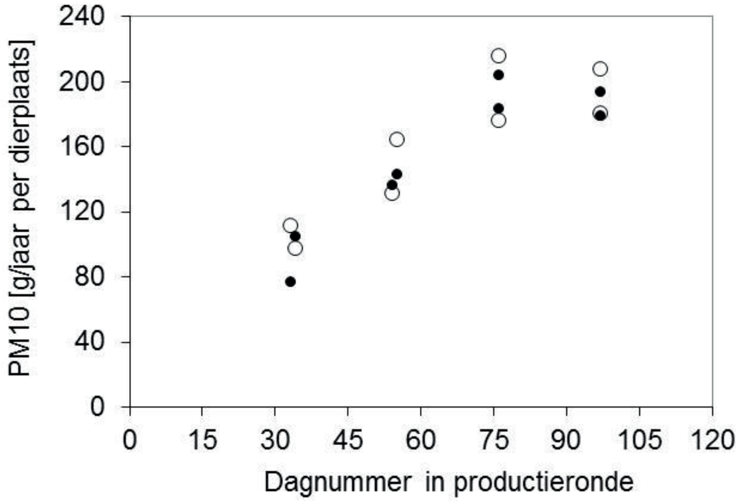
[1] Geschatte waarde op basis van gemiddelde waarden overige meetdagen

[2] Berekende waarde op basis van geschatte debietwaarde

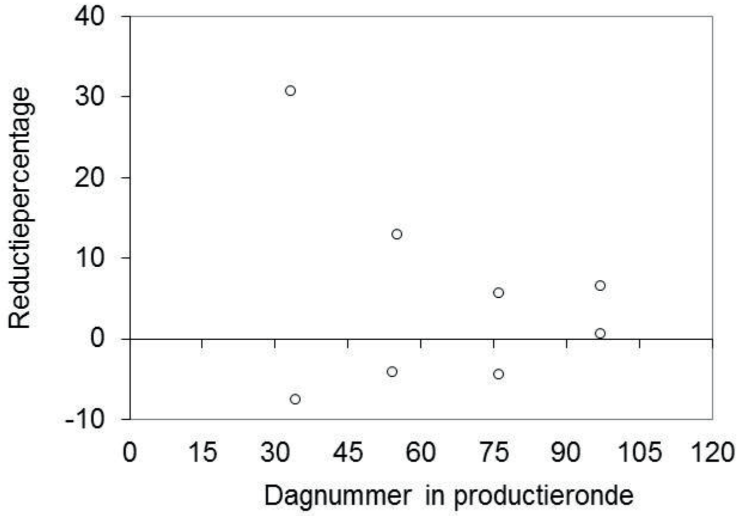
4.4 Fijn stof (PM10)

Op basis van alle gegevens werd een PM10-emissie (± standaarddeviatie tussen metingen; gecorrigeerd door een leegstand van 3%) berekend van 154,0 ± 42,0 g/jaar per dierplaats voor de referentieafdeling, en van 147,0 ± 45,3 g/jaar per dierplaats voor de proefafdeling (probiotica). Het gemiddelde reductiepercentage van het toepassen van probiotica was 4,9 ± 13,4%.

Voor de statistische toetsing is voor beide afdelingen afzonderlijk de ontbrekende debietwaarde bij meting 4 een waarde geschat op basis van het gemiddeld debiet op de overige meetdagen. Uit de statistische toetsing blijkt dat er geen significant effect (P<0,05) is ten aanzien van de emissie van PM10 (zie bijlage 4).
In Figuur 5 en Tabel 4 worden de PM10-emissies en reductiepercentages op de verschillende meetdagen weergegeven, inclusief de ingeschatte waarden voor meting vier.



(A)



(B)

Figuur 5 *Gemiddelde PM10-emissies (A) en –reductiepercentages (B) op alle verschillende meetdagen. Open symbolen: referentie; Dichte symbolen: behandeling met probiotica.*

Tabel 4
Debiet over de meetperiode, PM10-concentraties, -emissies en reductiepercentage op de verschillende meetdagen

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		7-1-2014	27-1-2014	18-2-2014	11-3-2014	12-5-2014	3-6-2014	24-6-2014	15-7-2014
Dag in ronde		34	54	76	97	33	55	76	97
Referentie	Debiet [m^3/dier/uur]	19,2	16,6	22,7	*30,2*[1]	20,0	36,2	44,1	52,6
	PM10 [mg/m^3]	0,626	0,958	0,937	0,834	0,684	0,559	0,602	0,429
	PM10 [g/dpl/jaar]	98,0	131,4	176,0	*207,5*[2]	111,8	164,4	216,1	180,4
Probiotica	Debiet [m^3/dier/uur]	19,3	17,5	24,6	*28,0*[1]	16,7	32,0	39,6	46,2
	PM10 [mg/m^3]	0,668	0,943	0,905	0,839	0,570	0,551	0,631	0,481
	PM10 [g/dpl/jaar]	105,3	136,9	183,6	*193,7*[2]	77,3	143,1	203,9	179,1
	PM10-reductie (%)	-7,5	-4,1	-4,4	*6,7*[2]	30,9	13,0	5,7	0,7

[1] Geschatte waarde op basis van gemiddelde waarden overige meetdagen

[2] Berekende waarde op basis van geschatte debietwaarde

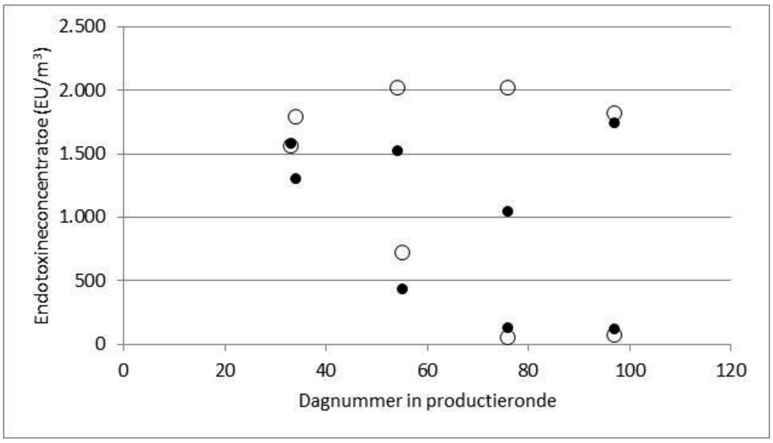
4.5 Endotoxinen

Op basis van alle gegevens werd een endotoxineconcentratie (± standaarddeviatie tussen metingen) berekend van 1.260 ± 846,0 EU/m^3 voor de referentieafdeling, en van 988 ± 666,4 EU/m^3 voor de proefafdeling (probiotica).
Uit de statistische toetsing blijkt dat er geen significant effect (P<0,05) is ten aanzien van de concentratie van endotoxinen in de uitgaande luchtstroom (zie bijlage 4).
In Figuur 6 en Tabel 5 worden de concentraties van endotoxine en reductiepercentages op de verschillende meetdagen weergegeven. Omdat voor endotoxinen niet de emissie is berekend, is in tabel 5 niet de geschatte waarde voor debiet voor meting vier gegeven.

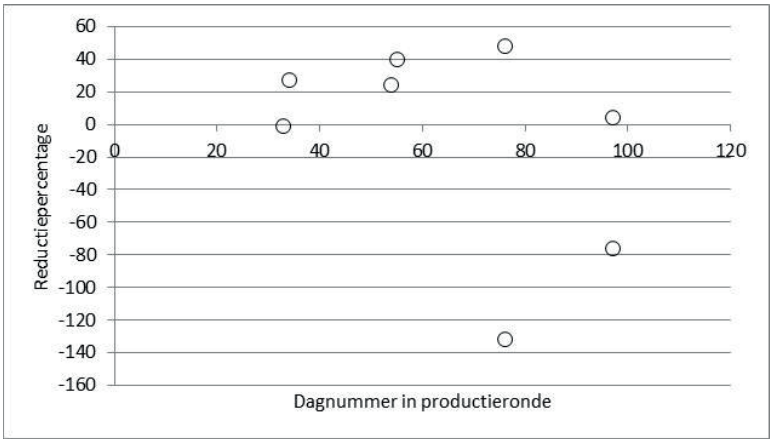
Tabel 5
Endotoxineconcentraties en reductiepercentage op de verschillende meetdagen.

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		7-1-2014	27-1-2014	18-2-2014	11-3-2014	12-5-2014	3-6-2014	24-6-2014	15-7-2014
Dag in ronde		34	54	76	97	33	55	76	97
Referentie	Debiet [m^3/dier/uur]	19,2	16,6	22,7	n.b.	20,0	36,2	44,1	52,6
	Endotoxine-concentratie (EU/m^3)	1.795	2.023	2.027	1.819	1.564	726	57	70
Probiotica	Debiet [m^3/dier/uur]	19,3	17,5	24,6	n.b.	16,7	32,0	39,6	46,2
	Endotoxine-concentratie (EU/m^3)	1.303	1.527	1.050	1.747	1.583	437	132	123
	Endotoxine-reductie (%)	27,4	24,5	48,2	4,0	-1,3	39,8	-131,7	-76,2

n.b.: door storing data niet beschikbaar



(A)



(B)

Figuur 6 *Endotoxineconcentratie (A) en –reductiepercentages (B) op alle verschillende meetdagen. Open symbolen: referentie; Dichte symbolen: behandeling met probiotica.*

4.6 Overige waarnemingen

4.6.1 Productiegegevens

In tabel 6 staan de technische resultaten weergegeven. In bijlage 5 zijn de samenstellingen van de gebruikte voeders weergegeven.
Tijdens beide ronden zijn alleen individuele behandelingen gegeven aan de varkens. Bij de referentie-afdelingen waren dat 21 behandelingen in de eerste ronde en 42 in de tweede ronde. Bij de behandeling met probiotica waren het respectievelijk 23 en 48. Deze aantallen wijken niet af van wat gangbaar is in de praktijk. Ook geven ze geen indicatie voor een betere of slechtere gezondheid bij het gebruik van probiotica zoals toegepast in dit onderzoek.

Tabel 6
Opleg- en afleverdata, groei, voederconversie en uitval

Kenmerk	Ronde 1		Ronde 2	
	Referentie	Probiotica	Referentie	Probiotica
Oplegdatum	05 december 2013		10 april 2014	
Afleverdata	18 maart2014 / 1 april 2014		22 juli 2014 / 5 augustus 2014	
Groei (gr/dier/dag)	880	875	836	809
V.C.	2,32	2,54	2,51	2,32
Uitval	3,5%	3,5%	5,6%	6,3%

4.6.2 Mestsamenstelling

Elke drie weken werd bij het aflaten van de mest per afdeling één representatief mestmonster genomen van elk van beide mestkanalen. De monsters werden opgeslagen bij 4^0C tot de uitvoering van de analyse. De monsters werden geanalyseerd op gehalten aan ds, as, Ntot en ammonium-stikstof (NH_4-N). In tabel 7 staan de resultaten van de analyses. De waarden wijken niet af van de gangbare praktijk. Ook is er geen effect van de probiotica op de samenstelling van de mest. Verschillen tussen beide proefgroepen zijn mogelijk veroorzaakt door de wijze van monstername.

Tabel 7
Resultaten analyse mestsamenstelling

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		7-1-2014	27-1-2014	18-2-2014	11-3-2014	12-5-2014	3-6-2014	24-6-2014	15-7-2014
Dag in ronde		34	54	76	97	33	55	76	97
Referentie	Drogestof (g/kg)	n.b.	110,9	160,4	107,1	100,6	113,3	108,0	95,3
	Ruw as (g/kg)	n.b.	22,3	28,7	20,4	19,6	21,9	22,4	18,9
	Totaal-N (g/kg)	n.b.	7,60	8,95	6,35	6,12	6,52	6,69	5,30
	Ammonium-N (g/kg)	n.b.	5,01	4,76	3,94	3,62	3,86	4,12	3,03
Probiotica	Drogestof (g/kg)	n.b.	106,5	140,3	115,1	70,3	66,5	113,8	76,6
	Ruw as (g/kg)	n.b.	19,6	26,4	22,0	22,2	18,6	22,5	16,9
	Totaal-N (g/kg)	n.b.	6,21	9,16	7,11	5,16	4,85	6,00	4,94
	Ammonium-N (g/kg)	n.b.	3,72	3,71	4,21	3,33	3,30	3,49	3,25

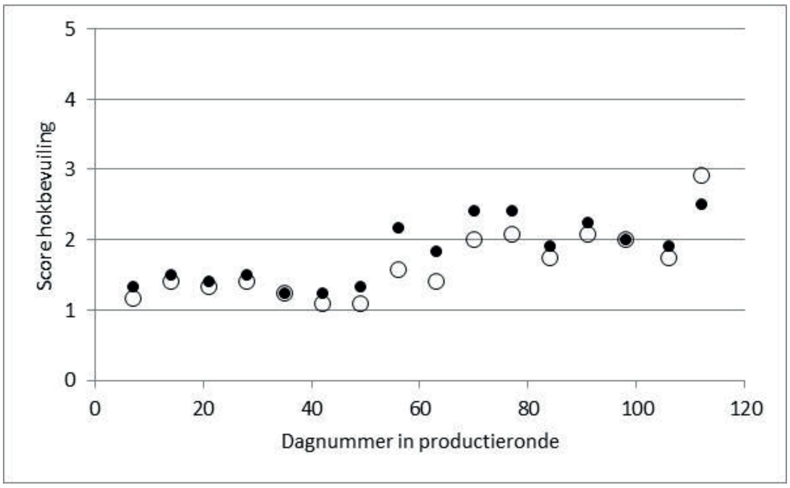
n.b.: niet beschikbaar

4.6.3 Hokbevuiling

In tabel 8 zijn de gemiddelde scores voor de hokbevuiling weergegeven per ronde en per behandeling. Hieruit blijkt dat er geen verschil is geweest tussen beide proefgroepen. In de tweede ronde lag de gemiddelde hokbevuiling beneden 25% van het oppervlak van de dichte vloer (zie toelichting scoremethode in bijlage 3). De hogere gemiddelde score in ronde 1 wordt veroorzaakt doordat tijdens deze ronde pas halverwege is gestart met de waarneming. Naar het eind van een ronde neemt de hokbevuiling toe. Ter illustratie is in figuur 7 het verloop van de gemiddelde hokbevuiling per afdeling van de beide proefgroepen weergegeven van de tweede ronde.

Tabel 8
Gemiddelde scores voor hokbevuiling

	Ronde 1	Ronde 2
Referentie	2,2	1,6
Probiotica	2,2	1,8



Figuur 7 *Verloop gemiddelde hokbevuiling per afdeling tijdens de tweede ronde. Open symbolen: referentie; Dichte symbolen: behandeling met probiotica.*

5 Discussie en conclusie

5.1 Discussie

Uit de literatuurstudie blijkt dat er een effect op de ammoniakemissie mogelijk is door het toepassen van sommige probiotica-soorten die leiden tot verlaging van de pH van de mest, mits de omstandigheden gehandhaafd blijven door de aanvoer van voldoende omzetbare koolstof of de pH op niveau blijft door toediening van zuur. Daarbij is wel uitgegaan van een goede menging van de probiotica met de mest. Om dit laatste te bereiken moet de mest in de kelders onder de roosters regelmatig (zelfde frequentie als het aanbrengen van de probiotica) worden geroerd. In de huidige stallen zijn hiervoor over het algemeen geen voorzieningen aanwezig. Ook is er dan een verhoogd risico op het vrijkomen van schadelijke gassen.
In dit onderzoek werd geen significant effect van de toegepaste probiotica op de ammoniakemissie gevonden. Door de wijze van aanbrengen in de in dit onderzoek uitgevoerde experiment (vernevelen via een accurugspuit in de afdeling, conform voorschriften leverancier) is er geen sprake van een directe menging met de mest. Eveneens was er geen sprake van toevoeging van omzetbare koolstof aan de mest of handhaving van een verlaagde pH via zuurtoediening. Het is mogelijk dat ammoniakemissie wel teruggedrongen zou zijn indien aan deze voorwaarden zou zijn voldaan, maar daarvoor is meer inzicht nodig in het metabolisme van de gebruikte probiotica-soorten. De door leverancier aangevoerd werkingsprincipe zou mogelijk in kunnen houden dat de vorming van urease (dat de vorming van ammoniak stimuleert) wordt afgeremd. Bekend uit proeven met ureaseblokkers is echter dat de urease-activiteit heel sterk moet worden teruggedrongen voordat urease de remmende factor wordt in de omzetting naar ammoniak.
De gehalten aan totaal-N en ammonium-N in de mest geven ook geen aanleiding tot een verschil in ammoniakemissie.
Mogelijk dat de combinatie van het aanbrengen van probiotica via vernevelen in de afdeling en het handhaven van een verlaagde pH van de mest, bijvoorbeeld door aanzuren, een hogere reductie geeft dan alleen het handhaven van een verlaagde pH van de mest. Dit was echter niet de vraag voor de uitvoering van het onderhavige onderzoek.
In de literatuur werden geen onderzoeken gevonden ten aanzien van de emissies van geur en fijnstof. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt er op deze beide emissies ook geen significant effect te zijn. Voor geur kan de verklaring zijn dat er het om de dag aanbrengen van de probiotica onvoldoende is geweest om de aanwezige populatie te verdringen. Verder moet worden opgemerkt dat in dit onderzoek de concentratie van geur is gemeten, en niet de waardering of beleving van de geur. Niet bekend is of probiotica op zichzelf een bepaalde mate van geur produceren.
Ten aanzien van de reductie van fijnstof kan, op basis van het werkingsprincipe zoals aangegeven door de leverancier, worden gesteld dat probiotica op zich geen reductie zouden geven. De eventuele reductie zou voortkomen uit het bevochtigen van de vloer en dieren. Blijkbaar was deze wijze van bevochtigen onvoldoende om enig effect te hebben.
Endotoxinen zijn resten van bacteriën. Als het aanbrengen van probiotica een verschuiving in de bacteriecultuur tot gevolg heeft en geen afname in het totale aantal, zal het geen effect hebben in de concentratie van endotoxinen.

5.2 Conclusie

Op basis van de meetresultaten van dit onderzoek is de conclusie dat het reinigen van de afdeling met en het vernevelen van probiotica via een accurugspuit op het leefoppervlak, geen significant effect heeft op de emissies van ammoniak (NH_3), geur en fijnstof (PM10) en de concentratie van endotoxinen in de uitgaande luchtstroom.

Literatuur

Bussink, D.W., A.M.D. Van Rotterdam- Los, I. Vermeij, H.J.C van Dooren, S. Bokma, G.J. Ouwerkerk, H. van der Draai, and W. Wenzl, 2013. Reducing NH3 emissions from cattle slurry by (biological) acidification: experimental proof and practical feasibility Nutrient management institute, Wageningen, NMI rapport 1422.N.12, concept.

El Jalil, M. H., M. Faid, and M. Elyachioui. 2001. A biotechnological process for treatment and recycling poultry wastes manure as a feed ingredient. Biomass and Bioenergy 21: 301-309.

Groenestein, C.M. & H.G. van Faassen, 1996. Volatilization of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide in deep-litter systems for fattening pigs. Journal of Agricultural Engineering 65, p. 269-274.

Hendriks, J.G.L. en M.G.M. Vrielink, 1996. Microbieel aanzuren van vleesvarkensmest. Praktijkonderzoek Varkenshouderij Raalte, Proefverslag nummer P 1.150.

Holzapfel, W. H., and U. Schillinger. 2002. Introduction to pre- and probiotics. Food Research International 35: 109-116.

Mosquera, J. 2014. Persoonlijke mededeling.

Mosquera, J., P. Hofschreuder, J.W. Erisman, E. Mulder, C.E. van 't Klooster, N. Ogink, D. Swierstra en N. Verdoes. December 2002. Meetmethoden gasvormige emissies uit de veehouderij. IMAG Rapport 2002-12, Wageningen-UR, Instituut voor Milieu- en Agritechniek.

Ogink, N.W.M.. 2011. Protocol voor meting van geuremissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 491, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.

Ogink, N.W.M. en G. Mol. 2002. Uitwerking van een protocol voor het meten van de geuremissie uit stallocaties en stalsystemen in de veehouderij. IMAG nota P 2002-57, 31 pp.

Ogink, N.W.M., J. Mosquera en J.M.G. Hol. 2013. Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013. Rapport 726, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.

Ogink, N.W.M., P. Hofschreuder en A.J.A. Aarnink. 2011. Protocol voor meting van fijnstofemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 492, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.

Philippe, F.-X., J.-F. Cabaraux, and B. Nicks. 2011. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. Agriculture, Ecosystems & Environment 141: 245-260.

Van der Stelt, B., E.J.M. Temminghoff, P.C.J. Van Vliet, W.H. Van Riemsdijk, 2007. Volatilization of ammonia from manure as affected by manure additives, temperature and mixing. Bioresource Technology 98:3449–3455.

Van Vliet P.C.J., J. Bloem, R.G.M. de Goede, 2006. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms1 (EM) to slurry manure. Applied Soil Ecology 32:188–198

Yan, Z., X. Liu, Y. Yuan, Y. Liao, and X. Li. 2013. Deodorization study of the swine manure with two yeast strains. 18: 135-143.

Zhao, Y., A.J.A. Aarnink, P. Hofschreuder, en P.W.G. Groot Koerkamp. 2009. Validation of cyclone as a pre-separator for airborne dust sampling in animal houses. Aerosol Science 40: 868 – 878.

Bijlage 1 Enkele foto's van de gebruikte afdelingen en meetopstelling







Controlegang met rookproef



Waarschuwingsbord op deur afdeling





Meetopstelling met meetkoppen voor PM10 en Dusttrack.
De losse meetkop links op de linker foto is de ‘veldblanco’ voor het bepalen van de endotoxinen. Hierdoor wordt geen lucht aangezogen.



Pompen voor aanzuigen lucht voor PM10-meting en vaten voor geurmonster

Bijlage 2 Werkmethode aanbrengen probiotica

Het totale PIP Animal concept bij vleesvarkens

Werkwijze PIP producten:

AHC (ANIMAL HOUSING CLEANER) :
Stap 1:
Afdeling leeg, mest uithalen en met water inweken.
Afdeling inschuimen met **PIP AHC**. Dosering: 1 lt. handwarm water met 1 lt. AHC.
Dit inschuimen met schuimlans tot een hoogte van 1,20m op 50 m² vloeroppervlak.
10-15 minuten inweken en daarna afdeling schoonspuiten.

AHS (ANIMAL HOUSING STABELISER) :
De eerste week, 1 keer per dag, de afdeling met **PIP AHS** sprayen/vernevelen met een atomist, accu- of motorrugspuit.
Na die 1e week, nog 3 keer per week, bv. Iedere maandag – woensdag - vrijdag, of dinsdag - donderdag – zaterdag.
Dosering: 1 lt. AHS met 0,2 lt. water (mag met koud water) aanmaken.
Dit vernevelen in de ruimte gebaseerd op 400 m² vloeroppervlak.
1 afd. vleesvarkens is ± 150 m². Als 1 lt. AHS met 0,2 lt. water gebruikt wordt om 2 x de afd. te sprayen is dit ook goed.

Belangrijk:
Product altijd schudden voor gebruik.
Product niet aan zonlicht blootstellen.
Product bewaren tussen de 10 en de 45 graden.
Verdund product is 5 dagen houdbaar.

Bijlage 3 Korte beschrijvingen meetmethoden

Ammoniak; NO_x-monitor

Op het punt van bemonstering wordt een NH_3 → NO converter geplaatst. De converter wordt op een temperatuur van 775 ^{0}C gehouden. Roestvrij staal wordt gebruikt als katalysatormateriaal. Bij deze temperatuur worden NH_3 en NO_2 geconverteerd naar NO. Een gegenereerde overmaat ozon reageert met NO waarbij fotonen worden geproduceerd. De analyzer registreert de hoeveelheid NO gebaseerd op de volgende reactie:

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2 + \text{Foton}$$

De druk wordt minimaal 31 kPa onder de atmosferische druk gehouden en de temperatuur wordt op 50 ^{0}C gehouden. Bij deze omstandigheden is de NO concentratie recht evenredig met de gemeten fotonenstroom. Tijdens transport kan een deel van de NO oxideren tot NO_2. Een molycon converter zet alle NO_2 om in NO voordat de gasstroom de reactiekamer wordt binnengeleid. Met het dual-channel systeem wordt het eerste kanaal gebruikt voor het meten van NH_3, NO_2 en NO (inclusief NH_3 converter). In het tweede kanaal zonder de NH_3 converter wordt de concentratie NO_2 en NO in de omgevingslucht gemeten. Het verschil tussen beide kanalen is een maat voor de NH_3 concentratie. Normaal gesproken is het tweede kanaal niet in gebruik vanwege de snelle verontreiniging van de meting met ammoniak in de omgevingslucht. De concentraties NO en NO_2 in omgevingslucht worden verwaarloosd.

Geur; longmethode

Bij de toepassing van de zogenaamde longmethode (Ogink en Mol, 2002) wordt een 40 L Nalophan monsterzak in een gesloten vat geplaatst. Door lucht uit het vat met behulp van een pomp (Thomas Industries Inc., model 607CD32, Wabasha, Minnesota, VS) via een teflon slang te zuigen, ontstaat in het vat onderdruk en wordt de te bemonsteren lucht aangezogen in de zak.
Bij de bepaling van de geurconcentratie wordt gedurende twee uur (tussen 10:00 en 12:00 uur) stallucht aangezogen met een flow van ca. 0,4 L/min. Voordat de lucht in een geurvrije zak wordt verzameld wordt deze door een stoffilter geleid (type #1130, diameter: 50 mm, 1-2 µm, Savillex® Corp., Minnetonka, VS). De geuranalyses worden uitgevoerd volgens de Europese norm EN 13725 (CEN, 2003). Het geurlaboratorium is onder nummer L400 geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie te Utrecht voor het uitvoeren van geuranalyses.

Literatuur

Ogink, N.W.M. en G. Mol. 2002. Uitwerking van een protocol voor het meten van de geuremissie uitstallocaties en stalsystemen in de veehouderij. IMAG nota P 2002-57, 31 pp.

Fijnstof (PM10); gravimetrische methode

De gravimetrische meetmethode is er op gebaseerd om het verschil in gewicht van het filter voor en na de meting te bepalen om zodoende de hoeveelheid ingevangen stof vast te stellen. Omdat het bij deze meetmethode slechts om kleine gewichtsverschillen gaat is de meetmethode om het stof te verzamelen aan strikte randvoorwaarde verbonden. De apparatuur voor gravimetrische meting van PM10 is gebaseerd op de standaard referentie monsternamekoppen voor bepaling van PM10 concentraties in de buitenlucht (NEN-EN 12341, 1998; NEN-EN 14907, 2005). Het verschil tussen de gebruikte apparatuur en de standaard apparatuur voor de buitenlucht is dat de impactor voorafscheider is vervangen door een cycloon voorafscheider. In Hofschreuder e.a. (2008) worden correctielijnen vermeld voor omrekening van de concentraties gemeten met cycloon monsternamekoppen naar impactor monsternamekoppen. De volgende correcties zijn uitgevoerd:

PM10: < 222,6 µg/m^3: Y = 1,0877 X
> 222,6 µg/m^3: Y = 0,8304 X + 57,492

Voor de bepaling van de concentraties PM10 in de ingaande (achtergrond) en uitgaande stallucht wordt lucht door inlaat, cycloon en filter gezogen met monsternamepompen van het type Charlie HV (roterend, 6 m^3/uur, Ravebo Supply BV, Brielle). De pompen worden geprogrammeerd op een flow van 1,0 m^3/uur en op een start- en eindtijd van de monsternameperiode.
PM10 wordt verzameld op glasvezelfilters met een diameter van 47 mm (type MN GF-3, Macherey-Nagel GmbH & Co., Düren, Duitsland), nadat de grotere stofdeeltjes zijn afgescheiden met behulp van een PM10 of PM2,5 cycloon (URG corp., Chapel Hill, VS). De filters worden voor en na de stofmonstername gewogen onder standaard condities: temperatuur 20 °C ± 1 °C en 50% ± 5% relatieve luchtvochtigheid (NEN-EN 14907, 2005). De hoeveelheid verzameld stof wordt bepaald door het verschil in gewicht te bepalen van het filter voor en na de monstername.

Literatuur

Hofschreuder, P., Y. Zhao, A. J. A. Aarnink, en N. W. M. Ogink. 2008. Measurement protocol for emissions of fine dust from animal housings. Considerations, draft protocol and validation. Report 134, Animal Sciences Group, Lelystad.

Fijnstof (PM10); optische meetmethode

De concentratie van PM10 stof (mg/m^3) werd ook gemeten met een DustTrak apparaat (DustTrakTM Aerosol Monitor, model 8520, TSI Inc., Shoreview, USA). De PM10 concentratie werd elke seconde gemeten en minuutgemiddelde concentraties werden gelogd in het geheugen van de DustTrak. De DustTraks geven een consequente onderschatting van de echte concentratie (zoals bepaald volgens CEN-EN 12341). Daarom zijn alle concentraties gecorrigeerd met de correctiefactor zoals gepubliceerd door (Cambra-Lopez et al., 2012). Per afdeling werd één DustTrak gebruikt welke werd opgehangen nabij de ventilatiekoker. Metingen werden uitgevoerd gedurende ca. 24 uur. Tussen metingen in werden DustTraks gewisseld tussen afdelingen om apparaateffecten uit te sluiten.

Literatuur

Cambra-Lopez, M., A. Winkel, J. Mosquera, N. W. M. Ogink, and A. J. A. Aarnink. 2012. Comparison between light scattering and gravimetric devices for sampling PM10 mass concentration in livestock houses. In Ninth International Livestock Environment Symposium (ILES IX), 8-12 July 2012. Valencia, Spain: ASABE.

Endotoxinen

De filters voor de PM10-bepaling volgens de gravimetrische methode zijn na de wegingen opgeslagen bij -20 ^{0}C en getransporteerd naar het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Universiteit Utrecht. Aldaar is de aanwezige endotoxine op het filter in oplossing gebracht (geëxtraheerd) en de hoeveelheid endotoxine in het extract bepaald volgens NEN:EN 14031, echter zonder toevoeging van 0,05%Tween20 in het assaymedium zoals aanbevolen door Spaan et al (2008). Extractie vond plaats door de filters onder asceptische condities over te brengen in een 50 ml Greiner buis. Hieraan werd 5 ml pyrogeenvrij water (Braun) + 0,05% Tween20 (Merck) toegevoegd, waarna deze gedurende 1 uur geschud werd op een end-over-end roller bij kamertemperatuur. Na centrifugeren gedurende 15 minuten bij 1000g is het supernatant opgeslagen in pyrogeenvrije glazen buisjes bij -20 °C tot analyse.
De hoeveelheid endotoxinen in het extract is bepaald met behulp van de kinetisch chromogene Limulus Amebocyte Lysate (LAL) assay van Lonza zonder toevoeging van 0,05%Tween in assaymedium zoals aanbevolen door Spaan et al (2008). Resultaten zijn uitgedrukt als endotoxinen units (EU) per ml extractie vloeistof, welke met behulp van het aangezogen volume lucht omgezet kan worden in de endotoxine concentratie in de lucht, uitgedrukt in endotoxinen units (EU) per kubieke meter lucht.

Literatuur

Spaan, S., G. Doekes, D. Heederik, P.S. Thorne en I.M. Wouters. Juni 2008. Effect of extraction and assay media on analysis of airborne endotoxin. Appl Environ Microbiol;74(12):3804-11.
NEN-EN 14031. Werkplekatmosfeer - Meting van in de lucht aanwezige endotoxine. 2003. NNI, Delft

Hokbevuiling

Onderstaande lijst wordt wekelijks ingevuld op basis van de toelichting bij de scores.

Uitleg:

Voor de dichte vloer wordt per hok een indicatieve bevuilingsscore gegeven, waarbij:

- score 1: geen hokbevuiling;
- score 2: 0 - 25% van de vloer is nat door mest en urine;
- score 3: 26 - 50% van de vloer is nat door mest en urine;
- score 4: 51 - 75% van de vloer is nat door mest en urine;
- score 5: 76 - 100% van de vloer is nat door mest en urine.

Hokbevuiling

Datum:

Waarnemer:

Afdeling:	**Afdeling:**
hoknr	hoknr
1	1
3	3
5	5
7	7
9	9
11	11
12	12
10	10
8	8
6	6
4	4
2	2

Bijlage 4 Waarden voor statistische toetsing

Statistische toetsing geuremissie

Tabel A

Geurconcentraties, -emissies, reductiepercentage en ln-emissiewaarden op de verschillende meetdagen

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		8-1-2014	28-1-2014	19-2-2014	12-3-2014	13-5-2014	4-6-2014	25-6-2014	16-7-2014
Dag in ronde		35	55	77	98	34	56	77	98
Referentie	Debiet [m^3/dier/uur]	18,3	18,4	23,2	*30,8*[1]	22,3	35,0	40,6	58,1
	Geur [OU_E/m^3]	3851	3391	2346	3310	3866	2312	3054	2209
	Geur [OUE/dpl/s]	19,6	17,3	15,1	*28,3*[2]	24,0	22,5	34,4	35,7
Probiotica	Debiet [m^3/dier/uur]	18,9	16,6	23,4	*27,9*[1]	18,2	32,2	36,3	49,7
	Geur [OU_E/m^3]	1869	2694	1878	5131	3274	3013	2825	2031
	Geur [OUE/dpl/s]	9,8	12,4	12,2	*39,8*[2]	16,5	26,9	28,5	28,1
	Geur-reductie (%)	49,8	28,2	19,1	*-40,4*[2]	31,1	-20,0	17,4	21,3
Voor statistische toetsing:									
ln-emissie	Referentie	2,98	2,85	2,71	3,34	3,18	3,11	3,54	3,58
	Probiotica	2,28	2,52	2,50	3,68	2,80	3,29	3,35	3,34
ln-verschil		-0,69	-0,33	-0,21	0,34	-0,37	0,18	-0,19	-0,24

[1] Geschatte waarde op basis van gemiddelde waarden overige meetdagen

[2] Berekende waarde op basis van geschatte debietwaarde

Resultaten toetsing:

- gemiddeld verschil -0,19
- standaarddeviatie 0,322248
- standaardfout 0,113932
- eenzijdige toetsing P<0,05;
  - t-waarde 1,895
  - criterium -0,22
- eenzijdige toetsing P<0,10;
  - t-waarde 1,415
  - criterium -0,16

Statistische toetsing emissie PM10

Tabel B

PM10-concentraties, -emissies, reductiepercentage en ln-emissies op de verschillende meetdagen

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		7-1-2014	27-1-2014	18-2-2014	11-3-2014	12-5-2014	3-6-2014	24-6-2014	15-7-2014
Dag in ronde		34	54	76	97	33	55	76	97
Referentie	Debiet [m^3/dier/uur]	19,2	16,6	22,7	*30,2*[1]	20,0	36,2	44,1	52,6
	PM10 [mg/m^3]	0,626	0,958	0,937	0,834	0,684	0,559	0,602	0,429
	PM10 [g/dpl/jaar]	98,0	131,4	176,0	*207,5*[2]	111,8	164,4	216,1	180,4
Probiotica	Debiet [m^3/dier/uur]	19,3	17,5	24,6	*28,0*[1]	16,7	32,0	39,6	46,2
	PM10 [mg/m^3]	0,668	0,943	0,905	0,839	0,570	0,551	0,631	0,481
	PM10 [g/dpl/jaar]	105,3	136,9	183,6	*193,7*[2]	77,3	143,1	203,9	179,1
	PM10-reductie (%)	-7,5	-4,1	-4,4	*6,7*[2]	30,9	13,0	5,7	0,7
Voor statistische toetsing:									
ln-emissie	Referentie	4,58	4,88	5,17	5,34	4,72	5,10	5,38	5,20
	Probiotica	4,66	4,92	5,21	5,27	4,35	4,96	5,32	5,19
ln-verschil		0,07	0,04	0,04	-0,07	-0,37	-0,14	-0,06	-0,01

[1] Geschatte waarde op basis van gemiddelde waarden overige meetdagen

[2] Berekende waarde op basis van geschatte debietwaarde

Resultaten toetsing:

- gemiddeld verschil -0,06
- standaarddeviatie 0,142729
- standaardfout 0,050462
- eenzijdige toetsing P<0,05;
  - t-waarde 1,895
  - criterium -0,10
- eenzijdige toetsing P<0,10;
  - t-waarde 1,415
  - criterium -0,07

Statistische toetsing endotoxinen

Tabel C

Endotoxineconcentraties, reductiepercentage en ln-concentratie op de verschillende meetdagen.

Meting		1	2	3	4	5	6	7	8
Datum		7-1-2014	27-1-2014	18-2-2014	11-3-2014	12-5-2014	3-6-2014	24-6-2014	15-7-2014
Dag in ronde		34	54	76	97	33	55	76	97
Referentie	Debiet [m^3/dier/uur]	19,2	16,6	22,7	n.b.	20,0	36,2	44,1	52,6
	Endotoxine-concentratie (EU/m^3)	1.795	2.023	2.027	1.819	1.564	726	57	70
Probiotica	Debiet [m^3/dier/uur]	19,3	17,5	24,6	n.b.	16,7	32,0	39,6	46,2
	Endotoxine-concentratie (EU/m^3)	1.303	1.527	1.050	1.747	1.583	437	132	123
	Endotoxine-reductie (%)	27,4	24,5	48,2	4,0	-1,3	39,8	-131,7	-76,2
Voor statistische toetsing:									
ln-emissie	Referentie	7,49	7,61	7,61	7,51	7,36	6,59	4,04	4,25
	Probiotica	7,17	7,33	6,96	7,47	7,37	6,08	4,88	4,81
ln-verschil		-0,32	-0,28	-0,66	-0,04	0,01	-0,51	0,84	0,56

n.b.: door storing data niet beschikbaar

Resultaten toetsing:

- gemiddeld verschil -0,05
- standaarddeviatie 0,517904
- standaardfout 0,183107
- eenzijdige toetsing P<0,05;
  - t-waarde 1,895
  - criterium -0,35
- eenzijdige toetsing P<0,10;
  - t-waarde 1,415
  - criterium -0,26

Bijlage 5 Samenstelling gebruikte diervoeders

	START DELUX	START DELUX	START DELUX	START DELUX	RUN VLEES ST	RUN VLEES ST	DUET VLEES ST	DUET VLEES ST
	29-11-2013	23-12-2013	4-4-2014	15-4-2014	29-11-2014	27-2-2014	25-11-2013	27-2-2014
MAIS	9,90	14,90	17,40	17,20	5,00	5,00	4,50	5,00
GERST	24,80	24,80	24,64	24,67	29,63	29,51	24,80	19,80
TARWE	31,14	27,08	11,70	12,80	27,20	22,40	30,99	29,44
MAISVOERML	5,00		4,93	5,00	4,95	4,95	5,40	4,95
TARWEGRIES						4,60	9,90	8,00
TARWEGLUTENVOERML	0,90	5,30	5,90	5,60	8,40	5,00		4,70
CHOCOPOWER			5,00	4,90		5,00		5,00
PLANTVET	2,25	2,50	2,30	2,00	2,20	1,70	1,00	0,60
BIETMELASSE							2,00	2,00
BIETENPULP					2,00	2,00	1,50	1,50
SOYA HIPRO	15,00	15,50	15,50	15,30	5,10	5,30	7,40	5,00
RAAPSCHROOT	5,00	5,00	5,00	4,90	5,00	5,00	1,10	3,30
29-ZONNEPITSCHROOT	1,00				4,00	4,00	1,50	1,50
PALMSCHILFERS							4,50	5,00

Ruw eiwit	17,50	17,47	17,58	17,59	15,01	15,00	14,49	14,52
Ruw vet extr	4,61	4,81	5,41	5,12	4,59	4,56	3,43	3,76
Ruwe celstof	4,00	3,93	4,00	4,00	5,84	5,68	5,14	5,51
Ruw as	4,76	4,84	5,00	5,00	4,55	4,71	4,45	4,53
Vocht	11,72	11,59	12,45	12,06	12,02	12,01	12,68	11,99
EW(x100)	114	114	114	114	109	110	107	107
dv-lys	1,08	1,08	1,08	1,08	0,83	0,82	0,72	0,72
Lysine	1,17	1,17	1,17	1,17	0,92	0,91	0,79	0,80
Methionine	0,40	0,40	0,41	0,41	0,29	0,29	0,23	0,23
Calcium	0,70	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,57	0,58
P.totaal	0,42	0,43	0,45	0,45	0,46	0,47	0,43	0,46
Natrium	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14
Cu total	157	157	157	158	15	15	14	14
Vit A -added	10101	10101	10101	10152	9719	9719	7758	7758
Vit D3 -added	2020	2020	2020	2030	1996	1996	1842	1842
Vit E -added	121	121	121	122	101	101	99	99

	ronde 1	ronde 2
oplegdatum	5-12-2013	10-4-2014
start	t/m 9-1-2014	t/m 15-5-2014
tussen	t/m 6-2-2014	t/m 12-6-2014
eind	t/m 1-4-2014	t/m 5-8-2014

To explore the potential of nature to improve the quality of life

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 480 10 77
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Rapport 809

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.